

Om patologiska hartskanaler

On Pathological Resin Canals

av

PER NYLINDER

MEDDELANDEN FRÅN
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 40 • NR 7

Om patologiska hartskanaler.

Hartskanaler finnas normalt i veden hos barrträdssläktena *Pinus*, *Picea*, *Larix* och *Pseudotsuga*. Som patologiska bildningar kunna hartskanaler uppstå även hos en del andra barrträdssläkten, t. ex. *Abies* och *Tsuga*.

De normala hartskanalerna uppträda både i det longitudinella och det transversella parenkymet. I det sistnämnda dock endast i de flerskiktade mägstrålarna. I en och samma årsring stå de longitudinella hartskanalerna i förbindelse dels med varandra och dels med mägstrålarnas hartskanaler. De longitudinella hartskanalerna i en årsring kommunicera med de longitudinella i övriga årsringar genom de transversella hartskanalerna. Hela nätet av hartskanaler bildar sålunda ett enhetligt rörsystem i splinten.

Hartskanalerna äro postkambiala bildningar. De ha sålunda ej bildats som en omedelbar följd av kambiets verksamhet utan ha uppstått genom att celler skilt sig från varandra vid mittlamellen, d. v. s. som schizogena intercellularer. Cellerna kring dessa rörliknande gångar äro kambiala bildningar. De ha uppstått i kambiet genom fusioner i initialcellen. Denna är av samma natur som de initialceller, som bilda trakeiderna. Sådana celler förbli parenkymatiska och medan modercellen ännu står i kontakt med hartskanalen bildas tvärväggar på jämna mellanrum i de nybildade cellerna. Samtliga celler, som bildats på detta sätt kring hartskanalerna, benämnas epitelceller.

De transversella hartskanalerna uppstå på fullt analogt sätt. Epitelet bildas emellertid här genom en omvandling av mägstråleparenkymet eller mägstråletrakeiderna varför någon uppdelning av längre celler i kortare enheter ej äger rum.

Epitelcellernas antal uppgår hos granen till 7 à 9 stycken men endast till ca 5 hos tallen. Hos granen äro därtill epitelcellernas väggar tjockare än hos tallen och i allmänhet förvedade. Flertalet epitelceller äro hos granen även försedda med porer.

Hartskanalerna äro mindre hos granen än hos tallen. De uppträda emellertid rikligare och mer regelbundet hos tallen. De longitudinella hartskanalerna äro mindre än de transversella. De förra äro i allmänhet belägna i höstveden och framför allt i övergångszonen mellan vår- och höstved.

När kärnbildningen inträder upphöra hartskanalerna att fungera och epitelcellerna växa ut, ibland under delning, och täppa då fullständigt igen kanalerna, varvid allt sekret eller kåda drives ut ur hartskanalerna.

De normala, longitudinella hartskanalernas diameter, som varierar starkt, uppgår till 0,04 à 0,08 mm för gran och till 0,08 à 0,15 mm för tall och antalet per cm årsring i tangentiell led uppgår till mellan ca 2 à 12 stycken för gran och mellan 3 och 15 för tallen.

Om träden genom yttre åverkan skadas och ett kådflöde uppstår, bildas patologiska hartskanaler. Dessa hartskanaler uppkomma liksom de normala hartskanalerna som schizogena intercellularer mellan de sist bildade cellerna invid kambiet. Dessa hartskanaler äro till övervägande delen longitudinella. I vissa fall kunna även mycket stora transversella hartskanaler bildas (GERRY 1942). De patologiska hartskanalerna hos granen äro betydligt större än de normala. Diametern brukar vanligen uppgå till 0,08 à 0,11 mm men i vissa fall kunna de bli ända till 0,17 mm vida. För blotta ögat synas de som en punkterad tangentiell linje i årsringen. De här angivna värdena för de normala och de patologiska hartskanalernas diameter och antal hänföra sig till material från Garpenberg i Kopparbergs län och Omberg i Östergötlands län.

Enligt SCHRÖTER m. fl. (1908) skola de patologiska hartskanalerna fortsätta ca 6 cm över och ca 2,5 cm under det skadade stället, och i enstaka fall mer än dubbelt så långt, men enligt ANDERSON (1896) skulle patologiska hartskanaler däremot bildas i hela stammen ovanför skadan. VÖRTLINGER (1892) fann, att de patologiska hartskanalernas antal uppgick till mer än 7 gånger de normalas per cm.

I samband med vissa andra undersökningar vid skogsforskningsinstitutet har uppmärksamheten riktats på dessa patologiska hartskanaler. För de iakttagelser, som härvid gjorts, skall i det följande i korthet redogöras.

Undersökning I. Vid revision av institutets grönkvistningar av tall och gran på Garpenbergs kronopark i Kopparbergs län konstaterades, att hosgranar i vissa parceller bildats rikligt med hartskanaler i veden samma år kvistningen ägt rum. De lågo som ett pärlband i årsringen runt hela stammen.

Granarnas diameter uppgick vid kvistningstillfället till ca 5 à 8 cm. Höjden varierade mellan 4 och 7 m och åldern var ca 18 år. Vegetationstypen är frisk ristyp och marken utgöres av sandig morän med en järnpodsolartad jordmån.

De träd, som kvistats i september och november, saknade helt patologiska hartskanaler. Dessa träd hade genom kvistningen fått sina kronor reducerade med 1/3 av den gröna kronans längd.

En del träd, som kvistats i mars—april, hade patologiska hartskanaler i den under den följande försommaren bildade årsringen. Dessa träd hade kvistats mycket kraftigt och 2/3 av den gröna kronans längd hade borttagits. I början av maj hade de därtill angripits av skarptandade barkborren och det troliga är, att det kraftiga kådflödet i samband med barkborreangreppen varit en starkt bidragande orsak till bildningen av dessa hartskanaler.

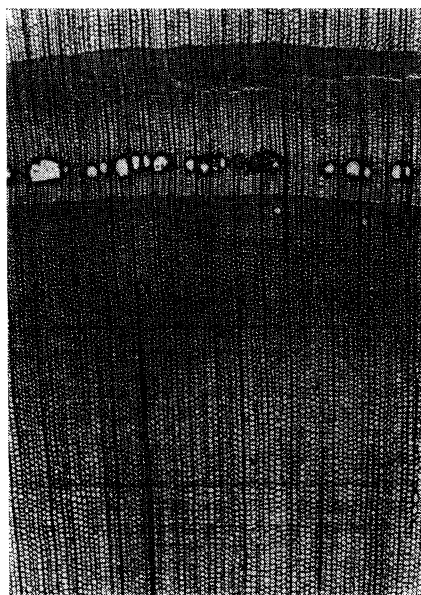


Fig. 1

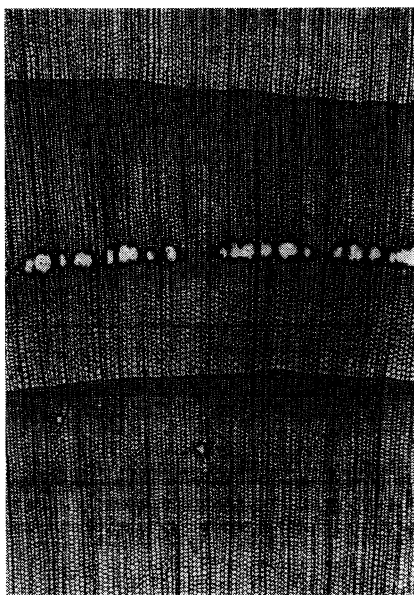


Fig. 2

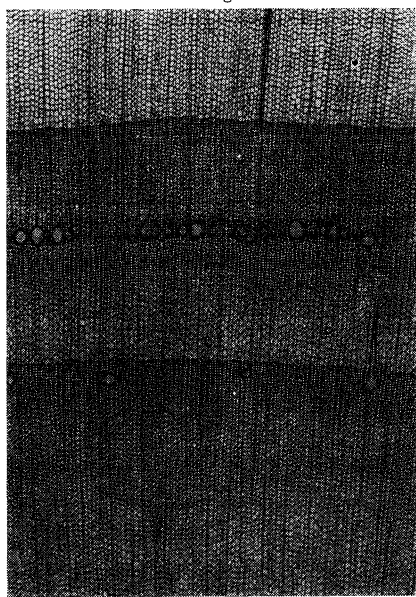


Fig. 3

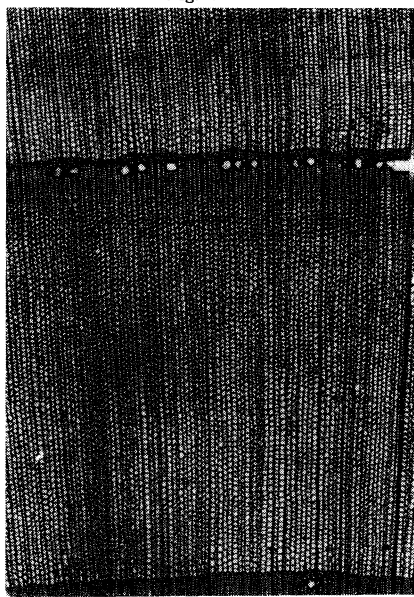


Fig. 4

Fig. 1—4. Tvärsnitt av granved med patologiska hartskanaler; ca $20\times$ förstoring. Fig. 1 grönkvistad den 12 maj, fig. 2 och 3 den 2 juni samt fig. 4 den 21 juli 1938. Fig. 3 från rothalsen och övriga från 1,3 m ovan mark. Garpenbergs kronopark, Kopparbergs län.
 Cross-section of spruce wood with pathological resin canals; approx. $20\times$ magnification. Fig. 1. Green-pruned the 12th May. Fig. 2 and 3 the 2nd June, and Fig. 4 the 21st July 1938. Fig. 3. From the root collar and others from 1.3 m above ground. Garpenberg's Crown Park, Kopparberg Province.

De under sommaren utförda kvistningarna medförde, att det omedelbart bildades en rad hartskanaler, fig. 1—4. Bilderna kunna också tjäna som en förträfflig illustration till hur långt diametertillväxten hunnit vid tidpunkten för kvistningen. Av bilderna att döma synes årsringsbildningen vara helt avslutad, åtminstone vad gäller nybildningen av celler, redan i slutet av juli, fig. 4.

Nedåt visade sig hartskanalerna fortsätta långt ut i rötterna. I ett fall voro de fullt tydliga 1,2 m från stubben. Uppåt i stammen slutade de patologiska hartskanalerna omedelbart ovanför kvistningszonen.

Hartskanalernas storlek varierade starkt. De största härrörde sig från försommarkvistningarna. Även antalet var då större än för sensommarkvistningarna, tab. 1.

Tab. 1. Exempel belysande de patologiska hartskanalernas storlek och antal vid brösthöjd. Medeltal av två grönkvistade granar, Garpenberg, Kopparbergs län.

Example illustrating the size and number of the pathological resin canals at breast height. Average of two greenpruned spruces, Garpenberg, Kopparberg Province.

Kvistningstid Date of pruning	De patolska hartskanalernas The pathological resin canals'	
	medeldiameter, mm, average-diameter, mm	antal per cm årsring number per cm annual ring
12/5 1938	0,110	74
2/6 1938	0,114	79
21/7 1938	0,087	56

Anmärkningsvärt är, att den normala bildningen av hartskanaler varit starkt reducerad under en följd av år efter kvistningen. Den årsring, som bildats året efter kvistningen saknade sålunda nästan helt hartskanaler.

Vidare kunde konstateras, att de celler, som bildats omedelbart efter de patologiska hartskanalerna, voro tunnväggigare än de, som bildats omedelbart före, jfr fig. 1—8.

De transversella hartskanalerna i mägstrålarna syntes icke nämnvärt ha ökat sin storlek efter kvistningen.

Motsvarande kvistningar av tall uppvisade inga spår av patologiska hartskanaler i veden. Däremot iakttogs omedelbart under bläckor från mitten av juli ett flertal extra hartskanaler, som kunna tolkas som patologiska, fig. 5. Detta antagande bestyrkes också därav, att vid det fortsatta, kraftiga kådflödet följande år även bildats ett antal hartskanaler tidigt i vårveden. Till skillnad mot granvedens hartskanaler voro dessa ej nämnvärt större än de normala. De lågo vidare glest och ej ordnade i så tydliga tangentiella rader, som hos granen.

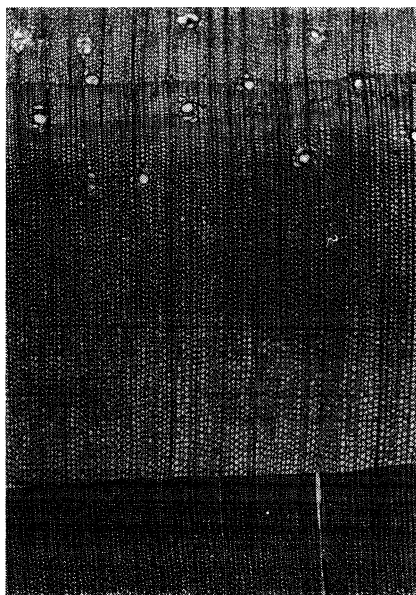


Fig. 5. Tvärsnitt av tallved med patologiska hartskanaler; ca 20 \times förstoring. Vedprovet 2 cm under bläcka, som upptagits den 20 juli 1948. Garpenbergs kronopark, Kopparbergs län.

Cross-section of pine wood with pathological resin canals; approx. 20 \times magnification. Wood sample 2 cm below blaze, taken up the 20th July 1948. Garpenberg's Crown Park, Kopparberg Province.

Undersökning II. För vissa ändamål utfördes under sommaren 1949 med jämna mellanrum diverse provtagningar på skogsforskningsinstitutets granprovyta nr 195 på Ombergs kronopark i Östergötlands län. I samband härmed företogs en del stämplingar. För att studera hartskanalernas utformning efter dylik skada hade fem granar ca 1,1 m från marken försetts med ett 20 cm högt och 10 cm brett fält, som fullständigt befriats från bark. Dessa bläckor hade upptagits den 25 juni 1949.

Trädens diameter i brösthöjd varierade mellan 20,4 och 27,2 cm. Åldern var 49 år och höjden uppgick till mellan 16,4 och 18,9 m. Marken utgjordes av leraktig morän med en väl utbildad brunjord.

När träden fälldes i november 1949 företogs en granskning av de hartskanaler, som bildats kring de upptagna bläckorna, fig. 6. På jämna mellanrum uppåt och nedåt från bläckan och runt stammen uttogos provkroppar. På dessa räknades antalet hartskanaler per cm i tangentiell led, tab. 2.

Tab. 2. Antalet hartskanaler kring skada. Medeltal av fem granar, Omberg, Östergötlands län,

Number of resin canals around damage. Average of five spruces, Omberg, Östergötland Province.

Avstånd från bläckans mitt Distance from middle of bark damage			
cm + = uppåt over — = nedåt under	i del av trädets omkrets in part of circumference of tree		
	o	medeltal av average of 1/4 och 3/4 and	1/2
		antal hartskanaler number of resin canals	
+ 70	49	—	—
+ 40	59	7	14
+ 30	69	7	12
+ 20	63	9	14
+ 11	68	9	12
o	—	8	14
— 11	71	11	12
— 20	63	10	14
— 30	57	10	10
— 85	36	—	—

I tangentiell led avtogo de patologiska hartskanalerna successivt och redan efter 1/4 varv hade de helt upphört. På två av granarna, i ena fallet på ett halvt och i det andra på ett fjärdedels varv från bläckans mitt, hade patologiska hartskanaler bildats, fig. 7. I båda dessa fall fanns det en skada från slutet av juni månad 1948. Dessa skador hade förorsakats genom borrhning med tillväxtborr av tre hål omedelbart ovanför varandra. Hålen hade efter borrhningen fyllts med ympvax, som sedan på ett eller annat sätt blivit avlägsnat. Borrhningen hade emellertid förorsakat bildningen av patologiska hartskanaler dels omedelbart efter det skadan gjordes och dels i början av nästa års sommar samt slutligen även i samband med det att bläckan gjordes i juni 1949.

De patologiska hartskanalerna fortsatte nedåt minst till stubbhöjd; såväl storleken som antalet avtog härvid successivt, tab. 2. Även uppåt fortsatte de ca 1 à 1,5 m ovanför bläckan. Vid en jämförelse med de kvistade granarna från Garpenberg kan sålunda konstateras, att hos Ombergs-granarna de patologiska hartskanalerna avtogo i storlek och antal snabbare nedåt men istället fortsatte de längre upp ovanför det skadade stället.

Även för Ombergs-granarna kunde konstateras en fullt tydlig minskning i cellväggarnas tjocklek hos de celler, som bildats samtidigt med och omedelbart efter de patologiska hartskanalerna. I motsats till Garpenbergs-granarna

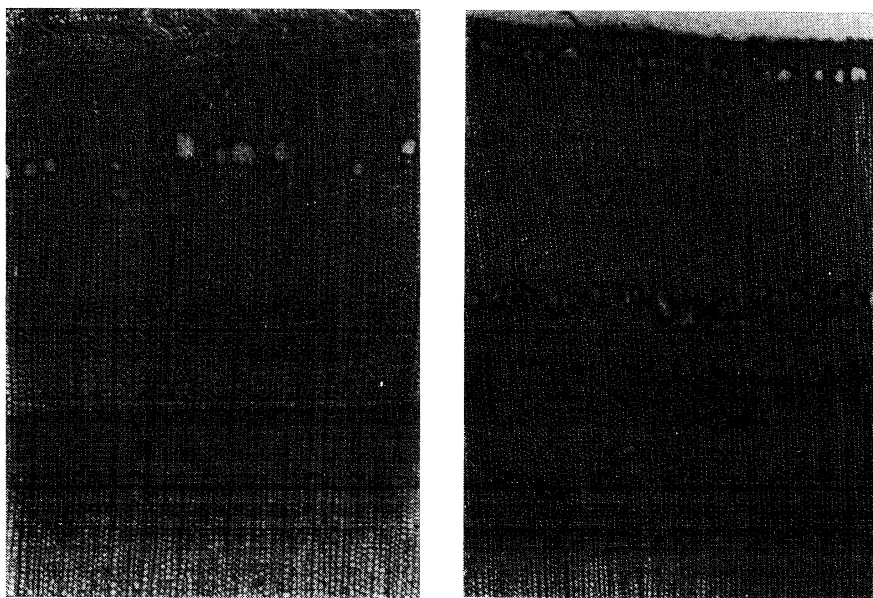


Fig. 6 och 7. Tvärsnitt av granved med patologiska hartskanaler; ca 20 \times förstoring. Vedprovet i fig. 6 taget 10 cm under en bläcka, som upptagits den 25 juni 1949, och vedprovet i fig. 7 taget diametralt motsatt en bläcka från den 25 juni 1949. De oregelbundet liggande hartskanalerna i föregående årsring förorsakade av borrhningar med tillväxtborr i slutet av juni 1948. Hartskanalerna i början av 1949 års årsring förorsakade av ett plötsligt kådflöde i föregående års borrhål. Observera den falska årsringsbildningen i sista årsringen. Ombergs kronopark, Östergötlands län.

Cross-section of spruce wood with pathological resin canals; approx. 20 \times magnification. Wood sample in Fig. 6 taken 10 cm beneath a blaze, taken up the 25th June 1949, and wood sample in Fig. 7 taken diametrically opposite to a blaze on the 25th June, 1949. The irregularly disposed resin canals in the previous annual growth ring caused by borings with increment borer at the end of June 1948. The resin canals in the beginning of 1949 annual growth ring were caused by a sudden resin flow in the previous year's bore-hole. Note the false annual ring formation in the last annual growth ring. Omberg's Crown Park, Östergötland Province.

kunde en viss stegring i märkestrålarnas bredd iakttas efter det skadan gjorts, fig. 6 och 7.

Bild 8 illustrerar slutligen bildningen av hartskanaler hos gran från samma yta på Omberg ca 10 cm under en serie borrhål, som upptagits vid sidan av varandra och med en förskjutning uppåt med ca en månads mellanrum under år 1949. Även här kan konstateras, att efter varje borrhning bildats en seire hartskanaler.

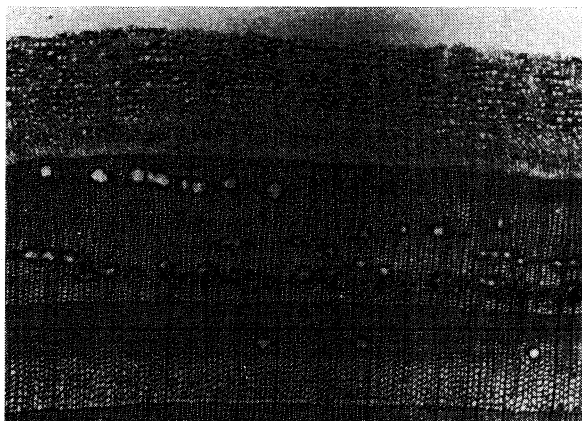


Fig. 8. Tvärsnitt av granved med patologiska hartskanaler; ca 20 \times förstoring. Vedprovet taget ca 10 cm under en serie borrhål. Borrningarna ha verkstälts den 27 maj, 21 juni och 16 juli 1949. Granen ett starkt undertryckt träd.

Cross-section of spruce wood with pathological resin canals; approx. 20 \times magnification. The wood sample taken approx. 10 cm beneath a series of bore-holes. Borings made on the 27th May, 21st June, and 16th July, 1949. The spruce was a strongly suppressed tree. Omberg's Crown Park, Östergötland Province.

Sammanfattning

Hos gran och i viss utsträckning även hos tall bildas efter skador i stammen patologiska hartskanaler.

Har skadan gjorts under vegetationstiden bildas dessa hartskanaler omedelbart. Har skadan gjorts under icke vegetationstid och kådflöde uppstår tidigt under den kommande vegetationsperioden bildas patologiska hartskanaler i vårvedens början.

Dessa hartskanalers utsträckning i longitudinell riktning är större nedåt än uppåt.

De patologiska hartskanalerna äro hos granen ofta mer än dubbelt så stora som de normala. Hos tallen däremot äro de av ungefär samma storlek som de normala hartskanalerna.

De patologiska hartskanalernas antal äro hos granen flera gånger större än de normalas. Antalet avtager snabbt i tangentiell led från skadan. I longitudinell led avtager antalet långsammare. I vissa fall kunna hartskanalerna följas långt ut i rötterna.

De normala hartskanalernas antal är hos granen starkt reducerat i de årsringar, som följa närmast efter årsringen med de patologiska hartskanalerna.

De celler, som bildas samtidigt med och omedelbart efter de patologiska hartskanalerna, äro mer tunnväggiga och större än de, som bildats omedelbart före.

Genom studiet av de patologiska hartskanalerna kan man således närmare bestämma tidpunkten för en skadegörelse under vegetationstiden. Om man vid vissa tidpunkter på ett eller annat sätt skadar trädet under vegetations-tiden, har man möjlighet att kunna detaljstudera tillväxtförloppet m. m. under olika intervaller av vegetationsperioden.

Preparaten för mikroskoperingarna ha gjorts av skogsvaktare H. Johansson och samtliga fotografier ha tagits av mag.sc.nat. fröken Aino Mathiesen. Till dessa mina medarbetare vill jag här framföra ett hjärtligt tack.

Litteraturanvisning

- ANDERSON, A. P. 1896. Über abnorme Bildung von Harzbehälter und andere zugleich auftretende anatomische Veränderungen im Holz erkrankter Coniféren. Forstl. naturw. Zeitschr. Bd 5; s. 439.
- BROWN, H. P., PANSIN, A. J. and FORSAITH, C. C. 1949. Textbook of Wood Technology.
- GERRY, E. 1942. Radial Streak (red) and Giant Resin Ducts in Spruce. Forest prod. lab., number 1391 (Mimeo.)
- KIRCHNER, O. v; LOEW, E. und SCHRÖTER, C. 1908. Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart.
- LAGERBERG, T. 1940. Föreläsningar i trädkännedom. Skogshögskolans kompendie-kommité.
- MAYR, H. 1894. Das Harz der Nadelhölzer.
- VÖRTLINGER, H. 1892. Über Transplantation am Pflanzenkörper. Tübingen, s. 139.

Summary

On Pathological Resin Canals.

In Norway spruce, and even to some extent in Scotch pine, damage to the stem can be followed by the formation of pathological resin canals.

If the damage has occurred during the vegetation period then these resin canals are formed immediately. If the damage has been done at some other time and the resin flow begins early during the next period of growth, then the pathological resin canals are formed at the beginning of the spring wood.

These resin canals extend further longitudinally downwards than upwards.

The pathological resin canals in spruce are often twice as large as the normal ducts. In pine, on the other hand, they are approximately the same size as the normal resin ducts.

The number of pathological resin canals in spruce is often several times greater than that of the normal ducts. The number diminishes abruptly tangentially from

the point of damage. Longitudinally the number falls more slowly. In certain cases it is possible to follow the resin canals far down into the roots.

In spruce the number of the normal resin ducts is sharply reduced in the annual growth rings, which immediately follow the annual growth ring containing the pathological resin canals.

The cells which are formed simultaneously with and immediately after the pathological resin canals have thinner walls and are larger than those previously formed.

By studying the pathological resin canals it is possible to determine more closely the moment at which damage occurred during the growing time. If a tree is damaged in some way or other at certain moments during its period of growth, this provides another way in which, *inter alia*, the process of growth can be studied in detail during various intervals of the growing period.